

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-230079

(43)Date of publication of application : 24.08.2001

(51)Int.Cl.

H05B 33/14  
C09K 11/06

(21)Application number : 2000-040752

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 18.02.2000

(72)Inventor : TOYAMA WATARU  
HAYANO TOMOAKI  
SATO HIROYUKI  
MATSUURA AZUMA

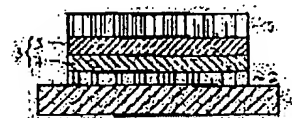
## (54) ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE ELEMENT

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electron transporting layer material which can realize luminescence of a shorter wavelength than blue and green with respect to organic electroluminescence element.

SOLUTION: The electroluminescence element comprises either of plural layers of more than one or more than two layers of an organic layer 3 comprising positive electrode/organic layer 3/negative electrode and at least one layer of either of a compound containing more than one of 2-phenylthiazol structure, a compound containing more than one of 1,4-bis(2-thiazolyl)benzene structure, a compound containing more than one of 1-phenylpirazol structure, a compound containing more than one of 1,4-bis(1-pirazolyl)benzene structure, a compound containing more than one of 2-phenylindazol structure, or a compound containing more than one of 1,4-bis(2-indazolyl)benzene structure.

本発明の有機電発光素子の構成図



1. 基板  
2. 正極  
3. 有機層  
4. 負極  
5. 保護層

1. 正孔輸送層  
2. 電子輸送層  
3. 有機層

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

15.02.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-230079  
(P2001-230079A)

(43) 公開日 平成13年8月24日 (2001.8.24)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	特許出願公開番号
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	B 3 K 0 0 7
C 0 9 K 11/06	6 5 5	C 0 9 K 11/06	6 5 5

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-40752(P2000-40752)

(22) 出願日 平成12年2月18日 (2000.2.18)

(71) 出願人 000003223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区七小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 外山 弥

神奈川県川崎市中原区七小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 早野 智明

神奈川県川崎市中原区七小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100105337

弁理士 眞鍋 潔 (外3名)

最終頁に続く

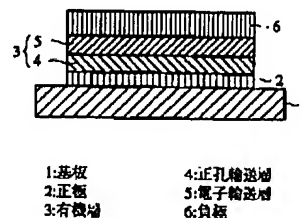
(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子

(57) 【要約】

【課題】 有機エレクトロルミネッセンス素子に関し、青緑より短波長の発光が実現可能な電子輸送層材料を提供する。

【解決手段】 正極2/有機層3/負極6の有機層3が1層または2層以上の複数層のいずれかからなるとともに、少なくとも1層を2-フェニルチアゾール構造を1つ以上含む化合物、1,4-ビス(2-チアゾリル)ベンゼン構造を1つ以上含む化合物、1-フェニルピラゾール構造を1つ以上含む化合物、1,4-ビス(1-ピラゾリル)ベンゼン構造を1つ以上含む化合物、2-フェニルインダゾール構造を1つ以上含む化合物、または、1,4-ビス(2-インダゾリル)ベンゼン構造を1つ以上含む化合物のいずれかから構成する。

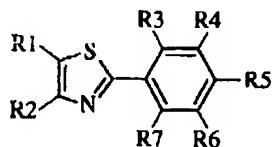
本発明の原理的構成の説明図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 正極／有機層／負極の構造からなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記有機層が1層または2層以上の複数層のいずれかからなるとともに、少なくとも1層が下記の式

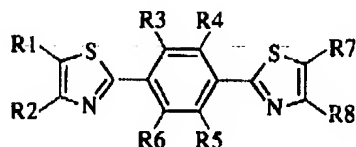
【化1】



(R1～R7はそれぞれ独立に水素、アルキル基、アリール基を表す。)

で表される2-フェニルチアゾール構造を1つ以上含む化合物、または、下記の式

【化2】

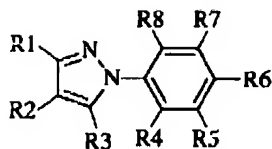


(R1～R8はそれぞれ独立に水素、アルキル基、アリール基を表す。)

で表される1,4-ビス(2-チアゾリル)ベンゼン構造を1つ以上含む化合物のいずれかからなることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項2】 正極／有機層／負極の構造からなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記有機層が1層または2層以上の複数層のいずれかからなるとともに、少なくとも1層が下記の式

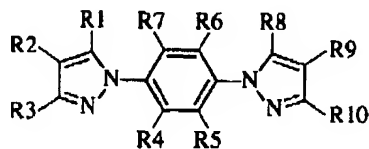
【化3】



(R1～R8はそれぞれ独立に水素、アルキル基、アリール基を表す。)

で表される1-フェニルピラゾール構造を1つ以上含む化合物、または、下記の式

【化4】



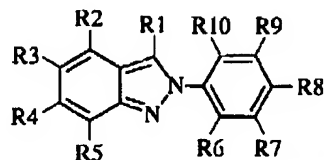
(R1～R10はそれぞれ独立に水素、アルキル基、アリール基を表す。)

で表される1,4-ビス(1-ピラゾリル)ベンゼン構造を1つ以上含む化合物のいずれかからなることを特徴

とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項3】 正極／有機層／負極の構造からなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記有機層が1層または2層以上の複数層のいずれかからなるとともに、少なくとも1層が下記の式

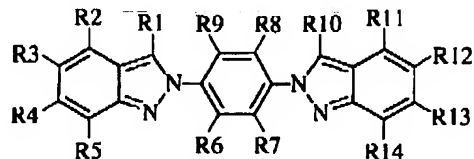
【化5】



(R1～R10はそれぞれ独立に水素、アルキル基、アリール基を表す。)

で表される2-フェニルインダゾール構造を1つ以上含む化合物、または、下記の式

【化6】



(R1～R14はそれぞれ独立に水素、アルキル基、アリール基を表す。)

で表される1,4-ビス(2-インダゾリル)ベンゼン構造を1つ以上含む化合物のいずれかからなることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は有機エレクトロルミネッセンス素子に関するものであり、特に、青緑より短い波長で発光するための電子輸送層の材料に特徴のある有機エレクトロルミネッセンス素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、有機エレクトロルミネッセンス素子は、自発光、高速応答性などの特徴を持つため、フラットパネルディスプレイへの適用が期待されている(必要ならば、日経エレクトロニクス、p. 99, 1996-1-29参照)。

【0003】この有機エレクトロルミネッセンス素子における発光は、有機層中に正極から正孔が注入されるとともに、負極から電子が注入され、正孔と電子が有機層中で再結合することによって有機層を構成する有機分子全体が励起され、励起された有機分子が低エネルギー状態に遷移することによって蛍光発光が生ずることになる。

【0004】この様な有機エレクトロルミネッセンス素子においては、素子に注入した電流量に対する発光量の割合(発光効率)、即ち、量子効率 $\eta$ が大きいことが必

要とされるが、発光効率を向上させるためには、有機層中での正孔と電子との再結合効率を大きくする必要がある。因に、現在の有機エレクトロルミネッセンス素子の量子効率 $\eta$ は、1%程度である。

【0005】そこで、有機エレクトロルミネッセンス素子の基本構造として、有機層を二層構造として、正極／正孔輸送層／電子輸送層／負極とすることが提案されている（必要ならば、C. W. Tang and S. A. VanSlyke, Applied Physics Letters, Vol. 51, p. 913, 1987参照）。

【0006】この様な二層構造の有機層を設けた有機エレクトロルミネッセンス素子においては、正極から注入されて正孔輸送層を移動してきた正孔、及び、負極から注入されて電子輸送層を移送してきた電子は、それぞれ電子輸送層及び正孔輸送層中では移動しにくいいため、正孔輸送層／電子輸送層の境界に高密度に集中することになり、結果として再結合効率が高まることになる。

【0007】この様な従来の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、正孔輸送層を構成する有機化合物としては、種々の芳香族アミン化合物が用いられ、また、電子輸送層としてはトリス（8-ヒドロキシキノリン）アルミニウム等のアルミニウム-キノリン錯体（Alq）が用いられ、良好な特性を示すことが知られている。

【0008】この様なアルミニウム-キノリン錯体（Alq）は、融点が高く昇華性が悪いので、抵抗加熱による真空蒸着によって電子輸送層を成膜する際に、多くのエネルギーが必要になるため、高コストになるという問題がある。そこで、この様なアルミニウム-キノリン錯体（Alq）の蒸着に伴う問題を解決するために、他の有機化合物からなる電子輸送層を用いることが提案されているので、図3を参照して、従来の有機エレクトロルミネッセンス素子の一例を説明する（必要ならば、特開平9-50887号公報参照）。

【0009】図3参照

まず、ガラス基板21上に、ITO（インジウム・スズ酸化物）からなる正孔注入電極22を設け、この正孔注入電極22上に、TPD（N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス（3-メチルフェニル）-〔1, 1'-ビフェニル〕-4, 4'-ジアミン）からなる正孔輸送層23を真空蒸着法によって50nmの厚さに堆積させる。

【0010】次いで、同じく、真空蒸着法を用いて融点の低いBTZ〔2-（2-ヒドロキシフェニル）ベンゾチアゾール〕を電子輸送層、即ち、発光層24として50nm堆積させ、最後に、Mg・In合金からなる電子注入電極25を設ける。

【0011】この有機エレクトロルミネッセンス素子の正孔注入電極22と電子注入電極25との間に電源26により11Vの順方向電圧を印加することによって10

0cd/m<sup>2</sup>の輝度の緑色発光が得られることが報告されている。

【0012】また、この提案においては、発光層24をビス（10-ヒドロキシベンゾ〔h〕キノリナト）ベリリウム、即ち、BeBqをホストとし、このホストに上述のBTZをドーパントとしてドーブすることも提案されており、それによって、12Vの順方向の電圧を印加することによって2000cd/m<sup>2</sup>の輝度の緑色発光が得られることが報告されている。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、電子輸送層に用いられる有機化合物は、アルミニウム-キノリン錯体（Alq）やBTZ等の少数の材料のみであり、この様な有機化合物を電子輸送層に用いた場合には緑色より短波長の発光、例えば、青色発光を実現することは原理的に不可能であり、フルカラーディスプレイを作製する上での障害となっていた。

【0014】即ち、有機層を二層構造とした場合、発光は発光波長が低エネルギー側の有機層で生ずるため、発光波長が緑色帯にあるアルミニウム-キノリン錯体（Alq）やBTZ等を用いた場合には、緑色の発光しか得られないものである。

【0015】この場合、正孔輸送層を構成するTPD等は発光波長が青色側にあるので、緑色より短波長の発光を得るために、発光エネルギーがより大きな電子輸送層材料を見い出すことが肝要となる。

【0016】したがって、本発明は、青緑より短波長の発光が実現可能な電子輸送層材料を提供することを目的とする。

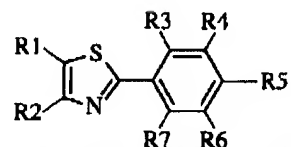
【0017】

【課題を解決するための手段】図1は本発明の原理的構成の説明図であり、この図1を参照して本発明における課題を解決するための手段を説明する。なお、図1は、有機エレクトロルミネッセンス素子の概略的断面図であり、符号1は、ガラス基板等の基板を表す。

図1参照

（1）本発明は、正極2／有機層3／負極6の構造からなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、有機層3が1層または2層以上の複数層のいずれかからなるとともに、少なくとも1層が下記の式

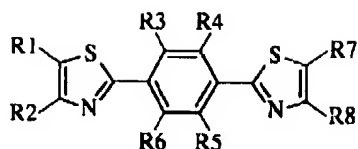
【化7】



（R1～R7はそれぞれ独立に水素、アルキル基、アリール基を表す。）

で表される2-フェニルチアゾール構造を1つ以上含む化合物、または、下記の式

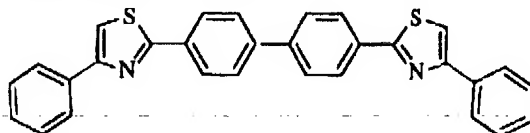
【化8】



(R1~R8はそれぞれ独立に水素、アルキル基、アリール基を表す。)

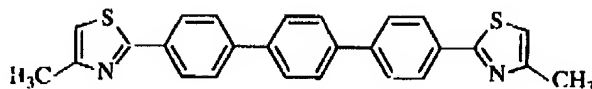
で表される1, 4-ビス(2-チアゾリル)ベンゼン構造を1つ以上含む化合物のいずれかからなることを特徴とする。

【0018】この様に、少なくとも1層の有機層3、特に、電子輸送層5を2-フェニルチアゾール構造を1つ以上含む化合物、または、1, 4-ビス(2-チアゾリル)ベンゼン構造を1つ以上含む化合物によって構成す



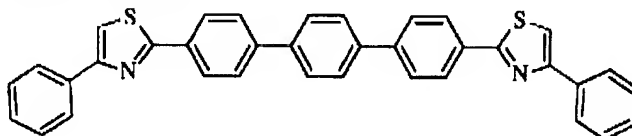
で表されるp, p'-ビス(4-フェニル-2-チアゾリル)ビフェニル、下記の式

【化11】



で表されるp, p'-ビス(4-メチル-2-チアゾリル)-p-ターフェニル、或いは、下記の式

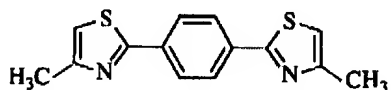
【化12】



で表されるp, p'-ビス(4-フェニル-2-チアゾリル)-p-ターフェニルが好適であり、これによって、青色発光を実現することができる。なお、分子鎖が長い方が、アモルファス状態を保った安定な成膜が可能になる傾向が見られる。

【0020】また、1, 4-ビス(2-チアゾリル)ベンゼン構造を1つ以上含む化合物としては、下記の式

【化13】



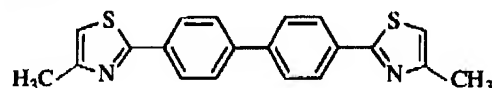
で表される1, 4-ビス(4-メチル-2-チアゾリル)ベンゼン、或いは、下記の式

【化14】

ることによって、青緑乃至青の短波長発光を実現することができる。なお、有機層3は一層のみでも良いし、正孔輸送層4/電子輸送層5の2層構造でも良く、或いは、正孔輸送層4/発光層/電子輸送層5の3層構造でも良い。

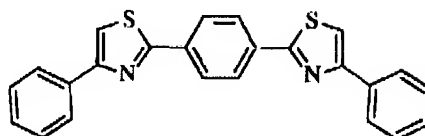
【0019】なお、この場合、2-フェニルチアゾール構造を1つ以上含む化合物としては、下記の式

【化9】



で表されるp, p'-ビス(4-メチル-2-チアゾリル)ビフェニル、下記の式

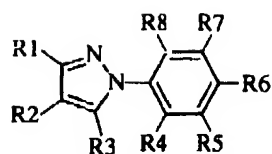
【化10】



で表される1, 4-ビス(4-フェニル-2-チアゾリル)ベンゼンが好適であり、それによって、青緑発光を実現することができる。

【0021】(2)また、本発明は、正極2/有機層3/負極6の構造からなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、有機層3が1層または2層以上の複数層のいずれかからなるとともに、少なくとも1層が下記の式

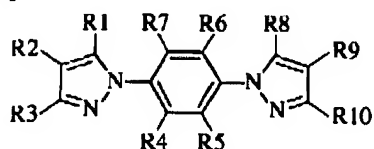
【化15】



(R1~R8はそれぞれ独立に水素、アルキル基、アリール基を表す。)

で表される1-フェニルピラゾール構造を1つ以上含む化合物、または、下記の式

【化16】



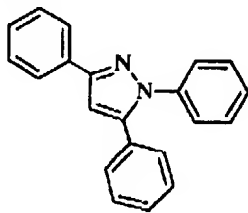
(R1~R10はそれぞれ独立に水素、アルキル基、アリール基を表す。)

で表される1, 4-ビス(1-ピラゾリル)ベンゼン構造を1つ以上含む化合物のいずれかからなることを特徴とする。

【0022】この様に、少なくとも1層の有機層3、特に、電子輸送層5を1-フェニルピラゾール構造を1つ以上含む化合物、または、1, 4-ビス(1-ピラゾリル)ベンゼン構造を1つ以上含む化合物によって構成することによって、青緑乃至青の短波長発光を実現することができる。

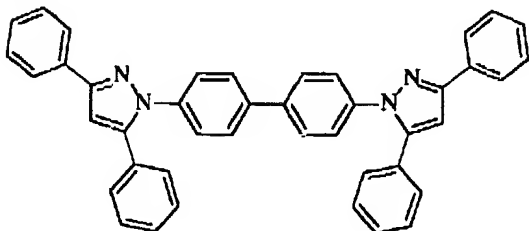
【0023】なお、この場合、1-フェニルピラゾール構造を1つ以上含む化合物としては、下記の式

【化17】



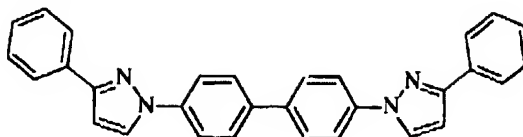
で表される1, 3, 5-トリフェニルピラゾール、下記の式

【化18】



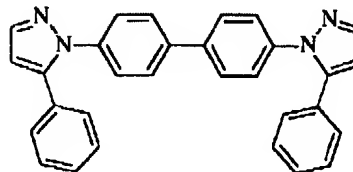
で表されるp, p'-ビス(3,5-ジフェニル-1-ピラゾリル)ビフェニル、下記の式

【化19】



で表されるp, p'-ビス(3-フェニル-1-ピラゾリル)ビフェニル、或いは、下記の式

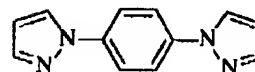
【化20】



で表されるp, p'-ビス(5-フェニル-1-ピラゾリル)ビフェニルが好適であり、これによって、青色発光を実現することができる。

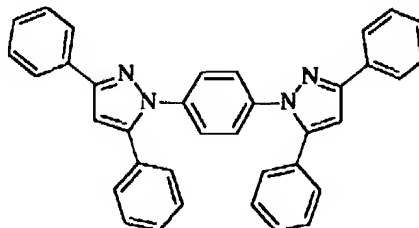
【0024】また、1, 4-ビス(1-ピラゾリル)ベンゼン構造を1つ以上含む化合物としては、下記の式

【化21】



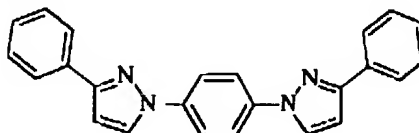
で表される1, 4-ビス(1-ピラゾリル)ベンゼン、下記の式

【化22】



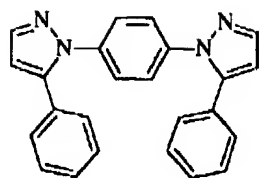
で表される1, 4-ビス(3,5-ジフェニル-1-ピラゾリル)ベンゼン、下記の式

【化23】



で表される1, 4-ビス(3-フェニル-1-ピラゾリル)ベンゼン、或いは、下記の式

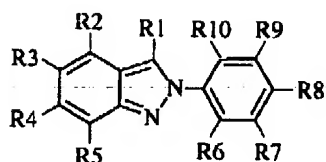
【化24】



で表される 1, 4-ビス (5-フェニル-1-ヒラゾリル) ベンゼンが好適であり、これによって、青緑色発光を実現することができる。

【0025】(3) また、本発明は、正極 2/有機層 3/負極 6 の構造からなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、有機層 3 が 1 層または 2 層以上の複数層のいずれかからなるとともに、少なくとも 1 層が下記の式

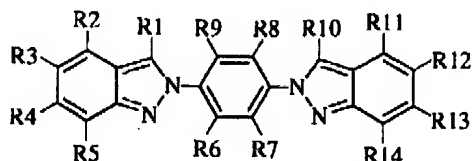
【化 25】



(R1~R10はそれぞれ独立に水素、アルキル基、アリール基を表す。)

で表される 2-フェニルインダゾール構造を 1 つ以上含む化合物、または、下記の式

【化 26】



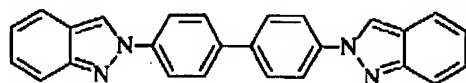
(R1~R14はそれぞれ独立に水素、アルキル基、アリール基を表す。)

で表される 1, 4-ビス (2-インダゾリル) ベンゼン構造を 1 つ以上含む化合物のいずれかからなることを特徴とする。

【0026】この様に、少なくとも 1 層の有機層 3、特に、電子輸送層 5 を 2-フェニルインダゾール構造を 1 つ以上含む化合物、または、1, 4-ビス (2-インダゾリル) ベンゼン構造を 1 つ以上含む化合物によって構成することによって、青緑乃至青の短波長発光を実現することができる。

【0027】なお、この場合、2-フェニルインダゾール構造を 1 つ以上含む化合物としては、下記の式

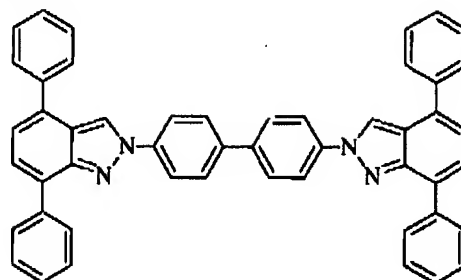
【化 27】



で表される p, p'-ビス (2-インダゾリル) ビフェニ

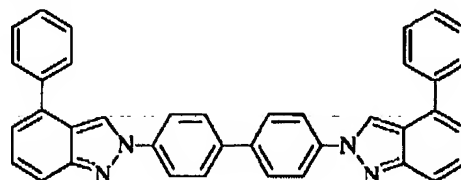
ニル、下記の式

【化 28】



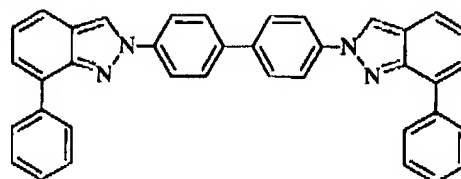
で表される p, p'-ビス (4, 7-ジフェニル-2-インダゾリル) ビフェニル、下記の式

【化 29】



で表される p, p'-ビス (4-フェニル-2-インダゾリル) ビフェニル、或いは、下記の式

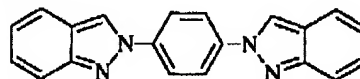
【化 30】



で表される p, p'-ビス (7-フェニル-2-インダゾリル) ビフェニルが好適であり、これによって、青色発光を実現することができる。

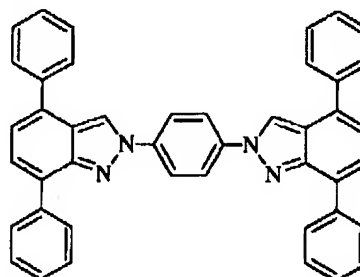
【0028】また、1, 4-ビス (2-インダゾリル) ベンゼン構造を 1 つ以上含む化合物としては、下記の式

【化 31】



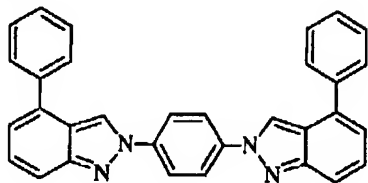
で表される 1, 4-ビス (2-インダゾリル) ベンゼン、下記の式

【化 32】



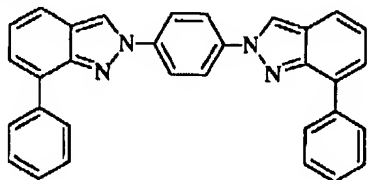
で表される p, p' -ビス (4, 7-ジフェニル-2-インダゾリル) ベンゼン、下記の式

【化33】



で表される p, p' -ビス (4-フェニル-2-インダゾリル) ベンゼン、或いは、下記の式

【化34】



で表される p, p' -ビス (7-フェニル-2-インダゾリル) ベンゼンが好適であり、これによって、青緑色発光を実現することができる。

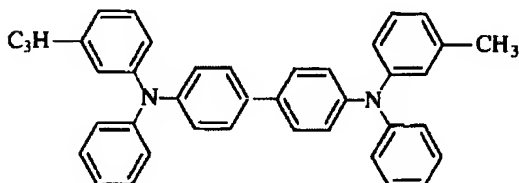
【0029】

【発明の実施の形態】ここで、図2を参照して、本発明の第1の実施の形態の有機エレクトロルミネッセンス素子を説明する。なお、図2は、各実施の形態に共通である。

図2参照

まず、ITOからなる正孔注入電極12の形成されたガラス基板11を水、アセトン、IPA (イソプロピルアルコール) によって洗浄し、次いで、真空蒸着装置を用いて、気圧を、例えば、 $1 \times 10^{-6}$  Torr ( $\approx 1.33 \times 10^{-4}$  Pa) とし、基板温度を室温とした状態で、下記の式

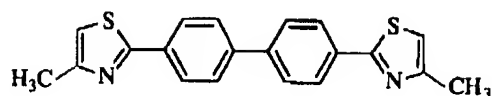
【化35】



で表される TPD (N, N' -ジフェニル-N, N' -ビス (3-メチルフェニル) -[1, 1' -ビフェニル] -4, 4' -ジアミン) を抵抗加熱を利用して真空蒸着することによって、厚さが、例えば、50 nm に堆積させて正孔輸送層13を形成する。

【0030】引き続き、下記の式

【化36】



で表される p, p' -ビス (4-メチル-2チアゾリル) ビフェニルを抵抗加熱を利用して真空蒸着することによって、厚さが、例えば、50 nm に堆積させて電子輸送層14を形成する。

【0031】次いで、Al-Li (Li: 0.5 重量%) からなる電子注入電極15を厚さが100 nm になるように真空蒸着することによって、有機エレクトロルミネッセンス素子の基本構造が完成する。なお、電子注入電極15は、少量のLiを添加することによって仕事関数を小さくし、それによって、電子の注入効率を高めるものである。

【0032】この様な有機エレクトロルミネッセンス素子に対して、正孔注入電極12を正に、電子注入電極15を負にして電源16により10Vの順方向電圧を印加することによって、 $120 \text{ cd/m}^2$  の輝度でピーク波長が420 nmの青色発光が得られた。なお、発光開始電圧は、6Vであった。

【0033】これは、正孔輸送層13を構成するTPDの発光波長が、電子輸送層14を構成するp, p' -ビス (4-メチル-2チアゾリル) ビフェニルの発光波長より低エネルギー側にあるので、発光が、低エネルギー側にある正孔輸送層13で生じるためと考えられる。

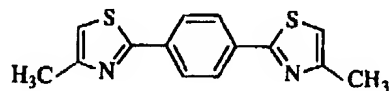
【0034】次に、同じく、図2を参照して、本発明の第2の実施の形態の有機エレクトロルミネッセンス素子を説明する。

再び、図2参照

まず、上記の第1の実施の形態と全く同様に、ITOからなる正孔注入電極12の形成されたガラス基板11を水、アセトン、IPAによって洗浄し、次いで、真空蒸着装置を用いて、気圧を、例えば、 $1 \times 10^{-6}$  Torr ( $\approx 1.33 \times 10^{-4}$  Pa) とし、基板温度を室温とした状態で、TPDを抵抗加熱を利用して真空蒸着することによって、厚さが、例えば、50 nm に堆積させて正孔輸送層13を形成する。

【0035】引き続き、下記の式

【化37】



で表される 1, 4-ビス (4-メチル-2チアゾリル) ベンゼンを抵抗加熱を利用して真空蒸着することによって、厚さが、例えば、50 nm に堆積させて電子輸送層14を形成する。

【0036】次いで、Al-Li (Li: 0.5 重量%) からなる電子注入電極15を厚さが100 nm になるように真空蒸着することによって、有機エレクトロル



ミネッセンス素子の基本構造が完成する。

【0037】この様な有機エレクトロルミネッセンス素子に対して、正孔注入電極12を正に、電子注入電極15を負にして電源16により10Vの順方向電圧を印加することによって、 $90\text{cd/m}^2$ の輝度でピーク波長が480nmの青緑色発光が得られた。なお、発光開始電圧は、7Vであった。

【0038】この場合には、正孔輸送層13を構成するTPDの発光波長が、電子輸送層14を構成する1,4-ビス(4-メチル-2チアゾリル)ベンゼンの発光波長より高エネルギー側にあるので、発光が、低エネルギー側にある電子輸送層14で生じるためと考えられる。

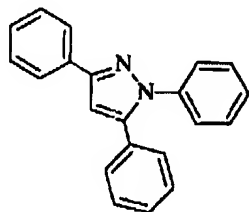
【0039】次に、同じく、図2を参照して、本発明の第3の実施の形態の有機エレクトロルミネッセンス素子を説明する。

再び、図2参照

まず、上記の第1の実施の形態と全く同様に、ITOからなる正孔注入電極12の形成されたガラス基板11を水、アセトン、IPAによって洗浄し、次いで、真空蒸着装置を用いて、気圧を、例えば、 $1 \times 10^{-6}\text{Torr}$  ( $\approx 1.33 \times 10^{-4}\text{Pa}$ )とし、基板温度を室温とした状態で、TPDを抵抗加熱を利用して真空蒸着することによって、厚さが、例えば、50nmに堆積させて正孔輸送層13を形成する。

【0040】引き続き、下記の式

【化38】



で表される1,3,5-トリフェニルピラゾールを抵抗加熱を利用して真空蒸着することによって、厚さが、例えば、50nmに堆積させて電子輸送層14を形成する。

【0041】次いで、Al-Li (Li:0.5重量%) からなる電子注入電極15を厚さが100nmになるように真空蒸着することによって、有機エレクトロルミネッセンス素子の基本構造が完成する。

【0042】この様な有機エレクトロルミネッセンス素子に対して、正孔注入電極12を正に、電子注入電極15を負にして電源16により10Vの順方向電圧を印加することによって、 $100\text{cd/m}^2$ の輝度でピーク波長が420nmの青色発光が得られた。なお、発光開始電圧は、7Vであった。

【0043】この場合は、正孔輸送層13を構成するTPDの発光波長が、電子輸送層14を構成する1,3,5-トリフェニルピラゾールの発光波長より低エネルギー

側にあるので、発光が、低エネルギー側にある正孔輸送層13で生じるためと考えられる。

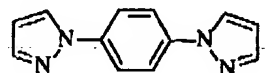
【0044】次に、同じく、図2を参照して、本発明の第4の実施の形態の有機エレクトロルミネッセンス素子を説明する。

再び、図2参照

まず、上記の第1の実施の形態と全く同様に、ITOからなる正孔注入電極12の形成されたガラス基板11を水、アセトン、IPAによって洗浄し、次いで、真空蒸着装置を用いて、気圧を、例えば、 $1 \times 10^{-6}\text{Torr}$  ( $\approx 1.33 \times 10^{-4}\text{Pa}$ )とし、基板温度を室温とした状態で、TPDを抵抗加熱を利用して真空蒸着することによって、厚さが、例えば、50nmに堆積させて正孔輸送層13を形成する。

【0045】引き続き、下記の式

【化39】



で表される1,4-ビス(1-ピラゾリル)ベンゼンを抵抗加熱を利用して真空蒸着することによって、厚さが、例えば、50nmに堆積させて電子輸送層14を形成する。

【0046】次いで、Al-Li (Li:0.5重量%) からなる電子注入電極15を厚さが100nmになるように真空蒸着することによって、有機エレクトロルミネッセンス素子の基本構造が完成する。

【0047】この様な有機エレクトロルミネッセンス素子に対して、正孔注入電極12を正に、電子注入電極15を負にして電源16により10Vの順方向電圧を印加することによって、 $70\text{cd/m}^2$ の輝度でピーク波長が490nmの青緑色発光が得られた。なお、発光開始電圧は、7Vであった。

【0048】この場合には、正孔輸送層13を構成するTPDの発光波長が、電子輸送層14を構成する1,4-ビス(1-ピラゾリル)ベンゼンの発光波長より高エネルギー側にあるので、発光が、低エネルギー側にある電子輸送層14で生じるためと考えられる。

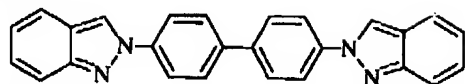
【0049】次に、同じく、図2を参照して、本発明の第5の実施の形態の有機エレクトロルミネッセンス素子を説明する。

再び、図2参照

まず、上記の第1の実施の形態と全く同様に、ITOからなる正孔注入電極12の形成されたガラス基板11を水、アセトン、IPAによって洗浄し、次いで、真空蒸着装置を用いて、気圧を、例えば、 $1 \times 10^{-6}\text{Torr}$  ( $\approx 1.33 \times 10^{-4}\text{Pa}$ )とし、基板温度を室温とした状態で、TPDを抵抗加熱を利用して真空蒸着することによって、厚さが、例えば、50nmに堆積させて正孔輸送層13を形成する。

【0050】引き続き、下記の式

【化40】



で表されるp, p'-ビス(2-インダゾリル)ビフェニルを抵抗加熱を利用して真空蒸着することによって、厚さが、例えば、50nmに堆積させて電子輸送層14を形成する。

【0051】次いで、Al-Li(Li:0.5重量%)からなる電子注入電極15を厚さが100nmになるように真空蒸着することによって、有機エレクトロルミネッセンス素子の基本構造が完成する。

【0052】この様な有機エレクトロルミネッセンス素子に対して、正孔注入電極12を正に、電子注入電極15を負にして電源16により10Vの順方向電圧を印加することによって、120cd/m<sup>2</sup>の輝度でピーク波長が420nmの青色発光が得られた。なお、発光開始電圧は、6Vであった。

【0053】この場合は、正孔輸送層13を構成するTPDの発光波長が、電子輸送層14を構成するp, p'-ビス(2-インダゾリル)ビフェニルの発光波長より低エネルギー側にあるので、発光が、低エネルギー側にある正孔輸送層13で生じるためと考えられる。

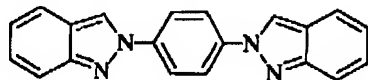
【0054】次に、同じく、図2を参照して、本発明の第6の実施の形態の有機エレクトロルミネッセンス素子を説明する。

再び、図2参照

まず、上記の第1の実施の形態と全く同様に、ITOからなる正孔注入電極12の形成されたガラス基板11を水、アセトン、IPAによって洗浄し、次いで、真空蒸着装置を用いて、気圧を、例えば、 $1 \times 10^{-6}$  Torr(≒ $1.33 \times 10^{-4}$  Pa)とし、基板温度を室温とした状態で、TPDを抵抗加熱を利用して真空蒸着することによって、厚さが、例えば、50nmに堆積させて正孔輸送層13を形成する。

【0055】引き続き、下記の式

【化41】



で表される1,4-ビス(2-インダゾリル)ベンゼンを抵抗加熱を利用して真空蒸着することによって、厚さが、例えば、50nmに堆積させて電子輸送層14を形成する。

【0056】次いで、Al-Li(Li:0.5重量%)からなる電子注入電極15を厚さが100nmになるように真空蒸着することによって、有機エレクトロルミネッセンス素子の基本構造が完成する。

【0057】この様な有機エレクトロルミネッセンス素

子に対して、正孔注入電極12を正に、電子注入電極15を負にして電源16により10Vの順方向電圧を印加することによって、80cd/m<sup>2</sup>の輝度でピーク波長が480nmの青緑色発光が得られた。なお、発光開始電圧は、7Vであった。

【0058】この場合には、正孔輸送層13を構成するTPDの発光波長が、電子輸送層14を構成する1,4-ビス(2-インダゾリル)ベンゼンの発光波長より高エネルギー側にあるので、発光が、低エネルギー側にある電子輸送層14で生じるためと考えられる。

【0059】以上、本発明の各実施の形態を説明してきたが、本発明は各実施の形態に記載された構成・条件に限られるものではなく、各種の変更が可能である。例えば、上記の第1の実施の形態においては、電子輸送層をp, p'-ビス(4-メチル-2-チアゾリル)ビフェニルで構成しているが、p, p'-ビス(4-メチル-2-チアゾリル)ビフェニルと同様に2-フェニルチアゾール構造を1つ以上含む化合物であるp, p'-ビス(4-フェニル-2-チアゾリル)ビフェニル、p, p'-ビス(4-メチル-2-チアゾリル)-p-ターフェニル、或いは、p, p'-ビス(4-フェニル-2-チアゾリル)-p-ターフェニルのいずれかを用いても良いものであり、それによって、青色発光を実現することができる。

【0060】また、上記の第2の実施の形態においては、電子輸送層を1,4-ビス(4-メチル-2-チアゾリル)ベンゼンで構成しているが、1,4-ビス(4-メチル-2-チアゾリル)ベンゼンと同様に1,4-ビス(2-チアゾリル)ベンゼン構造を1つ以上含む化合物である1,4-ビス(4-フェニル-2-チアゾリル)ベンゼンを用いても良いものであり、それによって、青緑発光を実現することができる。

【0061】また、上記の第3の実施の形態においては、電子輸送層を1,3,5-トリフェニルピラゾールで構成しているが、1,3,5-トリフェニルピラゾールと同様に1-フェニルピラゾール構造を1つ以上含む化合物であるp, p'-ビス(3,5-ジフェニル-1-ピラゾリル)ビフェニル、p, p'-ビス(3-フェニル-1-ピラゾリル)ビフェニル、或いは、p, p'-ビス(5-フェニル-1-ピラゾリル)ビフェニルを用いても良いものであり、これによって、青色発光を実現することができる。

【0062】また、上記の第4の実施の形態においては、電子輸送層を1,4-ビス(1-ピラゾリル)ベンゼンで構成しているが、1,4-ビス(1-ピラゾリル)ベンゼンと同様に1,4-ビス(1-ピラゾリル)ベンゼン構造を1つ以上含む化合物である1,4-ビス(3,5-ジフェニル-1-ピラゾリル)ベンゼン、1,4-ビス(3-フェニル-1-ピラゾリル)ベンゼン、或いは、1,4-ビス(5-フェニル-1-ピラゾ

リル)ベンゼンを用いても良いものであり、それによって、青緑色発光を実現することができる。

【0063】また、上記の第5の実施の形態においては、電子輸送層をp, p'-ビス(2-インダゾリル)ビフェニルで構成しているが、p, p'-ビス(2-インダゾリル)ビフェニルと同様に2-フェニルインダゾール構造を1つ以上含む化合物であるp, p'-ビス(4, 7-ジフェニル-2-インダゾリル)ビフェニル、p, p'-ビス(4-フェニル-2-インダゾリル)ビフェニル、或いは、p, p'-ビス(7-フェニル-2-インダゾリル)ビフェニルを用いても良いものであり、それによって、青色発光を実現することができる。

【0064】また、上記の第6の実施の形態においては、電子輸送層を1, 4-ビス(2-インダゾリル)ベンゼンで構成しているが、1, 4-ビス(2-インダゾリル)ベンゼンと同様に1, 4-ビス(2-インダゾリル)ベンゼン構造を1つ以上含む化合物であるp, p'-ビス(4, 7-ジフェニル-2-インダゾリル)ベンゼン、p, p'-ビス(4-フェニル-2-インダゾリル)ベンゼン、或いは、p, p'-ビス(7-ジフェニル-2-インダゾリル)ベンゼンを用いても良いものであり、それによって、青緑色発光を実現することができる。

【0065】なお、これらの有機化合物を用いる場合、一般に、分子鎖が短い場合に結晶化が生じ、結晶粒界が電位障壁となるが、分子鎖が長い場合には、アモルファス状態を保った安定な成膜が可能になる傾向が見られる。

【0066】また、上記の各実施の形態においては、正孔輸送層としてTPDを用いているが、TPDに限られるものではなく、他の種々の芳香族アミン化合物を用いても良いものであり、その場合の有機エレクトロルミネッセンス素子として発光波長は、電子輸送層の発光エネルギーとの間の高低に依存する。

【0067】また、上記の各実施の形態においては、電子輸送層として好適な有機化合物を検討したものであるが、この様な有機化合物は、単層からなる有機層、即ち、正極/発光層/負極構造の有機エレクトロルミネッ

センス素子の発光層として用いても良いものである。

【0068】また、上記の各実施の形態においては、単一の青緑～青色発光素子として説明したが、本発明は、単一の青緑～青色発光素子に限られるものではなく、この様な青緑～青色発光素子、特に、青色発光素子を緑色発光素子及び赤色発光素子と組み合わせたフルカラーディスプレイも対象とするものである。

【0069】

【発明の効果】本発明によれば、電子輸送層として青緑～青色発光が可能な有機化合物を見いだしたので、青緑～青色発光素子を実現することができ、ひいては、高輝度のフルカラーディスプレイの実現に寄与するところが大い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理的構成の説明図である。

【図2】本発明の各実施の形態に共通な有機エレクトロルミネッセンス素子の概略的断面図である。

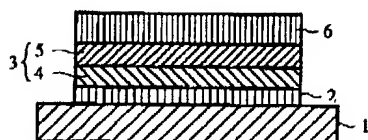
【図3】従来の有機エレクトロルミネッセンス素子の概略的断面図である。

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 正極
- 3 有機層
- 4 正孔輸送層
- 5 電子輸送層
- 6 負極
- 11 ガラス基板
- 12 正孔注入電極
- 13 正孔輸送層
- 14 電子輸送層
- 15 電子注入電極
- 16 電源
- 21 ガラス基板
- 22 正孔注入電極
- 23 正孔輸送層
- 24 発光層
- 25 電子注入電極
- 26 電源

【図1】

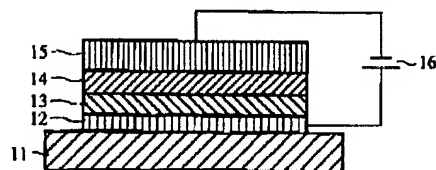
本発明の原理的構成の説明図



1:基板  
2:正極  
3:有機層  
4:正孔輸送層  
5:電子輸送層  
6:負極

【図2】

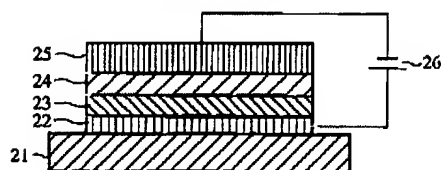
本発明の各実施の形態に共通な有機エレクトロルミネッセンス素子の概略的断面図



11:ガラス基板  
12:正孔注入電極  
13:正孔輸送層  
14:電子輸送層  
15:電子注入電極  
16:電源

【図3】

従来の有機エレクトロルミネッセンス素子の概略的断面図



21:ガラス基板  
22:正孔注入電極  
23:正孔輸送層  
24:発光層  
25:電子注入電極  
26:電源

フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 博之  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 松浦 東  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内  
Fターム(参考) 3K007 AB02 AB04 CA01 CB01 DA00  
DB03 EB00